Rev. Écol. Biol. Sol, 1991, **28** (1) : 19-30.

Efecto de los incendios forestales sobre las poblaciones de colémbolos edáficos en bosque mediterráneo*

POR

E. MATEOS y D. SELGA

Departamento de Biología Animal (Artrópodos), Facultad de Biología, Universidad de Barcelona, Avenida Diagonal, 645, 08028 *Barcelona, Spain*

Synopsis: Les auteurs étudient l'action de l'incendie des forêts méditerranéennes (chênaie et pinède) sur les Collemboles édaphiques.

Keywords: Collembola, communautés édaphiques, feu forestier.

INTRODUCCIÓN

Al igual que ocurre en bosques en los que ha tenido lugar una perturbación fuerte, seguida de deforestación (GERS & IZARRA, 1983; BONNET, CASSAGNAU & DEHARVENG, 1976, 1977 y 1979), la quema del bosque altera el equilibrio biocenótico de las comunidades edáficas.

En el presente trabajo se analizan las modificaciones que experimentan las comunidades de colémbolos tras el incendio de dos tipos de bosque mediterráneo.

Los resultados, expuestos aquí de forma resumida, constituyen nuestra aportación al homenaje del Prof. Dr. Cl. DELAMARE DEBOUTTEVILLE, el cual contribuyó, con su impulso, al desarrollo del conocimiento de la biología del suelo.

* Artículo escrito *in memoriam* Claude DELAMARE DEBOUTTEVILLE, uno de los fundadores de la zoología del suelo.

I. – ZONAS DE ESTUDIO

A) Encinares

Los encinares se situan en la Cadena Prelitoral Catalana, uno en la Serra de l'Obac y otro en la de Prades.

En la Serra de l'Obac, situada a unos 5 km al norte de Terrassa (Barcelona), tuvo lugar, en agosto de 1986, un incendio en bosques pertenecientes a la asociación *Quercetum ilicis galloprovinciale arbutetosum*, que quemó 550 hectáreas. En el extremo occidental de esta zona incendiada, se delimitaron dos parcelas de estudio, una totalmente quemada y otra intacta (control). Su situación en la cuadrícula U.T.M. es 31TDG139081, a una altitud de 590 m, con una pendiente de 25° y orientación E.

Las especies arbóreas son la encina (*Quercus ilex*) y el pino halepo (*Pinus halepensis*). El sotobosque es muy abundante.

El suelo es de tipo pardo calizo (C.P.C.S., 1967), de poco espesor, asentado sobre conglomerados rojos y con un pH medio de 7,25.

El clima es de tipo mesomediterráneo (3-4 meses de sequía), con una pluviosidad de 679,8 mm, y una temperatura media anual de 15,2°C, datos medidos para el año 1987, durante el cual la primavera fue seca, el otoño muy lluvioso y el periodo estival muy marcado.

La Serra de Prades está situada al NO de la provincia de Tarragona, a unos 40 km de la capital. En las partes medias bajas la vegetación arbórea está constituida por encinar montano (*Quercetum ilicis mediterraneo-montanum*), y es donde se sitúa la zona estudiada, concretamente en la cuadrícula U.T.M. 31TCF3578, a una altitud de 900 m y con una pendiente de 28° en dirección SSE.

En agosto de 1988 se taló una parcela y en octubre del mismo año se incendió una superficie de $20 \times 20\,m^2$ (Arias *et al.*, 1990). El área quemada, junto con otra adyacente intacta (control) fueron las que se muestrearon.

El encinar es de rebrote, de unos 40 años de edad y anteriormente sometido a prácticas de carboneo. La única especie arbórea es *Quercus ilex*, y el sotobosque es muy escaso.

El suelo es de tipo pardo ácido (C.P.C.S., 1967), de poco espesor, sobre roca madre de filitas y areniscas, y un pH medio de 5,5.

El clima es de caracter mesomediterráneo con una precipitación anual de 658 mm y una temperatura media de 13,8°C. En el año de muestreo los máximos de pluviosidad se dieron en primavera y otoño (abril y noviembre) y el periodo estival fue muy acentuado (junio, julio y agosto).

Efectos del fuego en los encinares. – En los dos encinares estudiados el incendio provocó, en las parcelas quemadas, la desaparición total de la cobertura vegetal, quedando éstas totalmente desnudas y con una superficie homogénea de cenizas, piedras al descubierto y tocones de árboles carbonizados. Los horizontes orgánicos L, F y parte del H fueron destruidos, apareciendo un nuevo horizonte de cenizas (Ce), bajo el que se sitúa el resto del horizonte H húmico. Los horizontes minerales prácticamente no se vieron afectados. Pasado un año después del incendio, las parcelas quemadas mostraban un recubrimiento herbáceo y arbustivo que cubría entre el 66% y el 77% del suelo; además, se apreciaban algunos rebrotes de encina en los tocones quemados.

B) Pinares

El territorio prospectado comprende una extensa zona, básicamente montana, de subsuelo granítico y fuerte pendiente, situada entre 700 y 1 200 m de altitud, ampliamente afectada por los incendios durante los años 1978, 1980 y 1981, con más de 2000 hectáreas

quemadas. Esta zona está situada en la parte oriental de la Sierra de Gredos, ladera derecha de la cabecera del río Tietar, comprendida en los municipios de Piedralaves y La Adrada en la provincia de Avila. Su localización U.T.M. es 30 TUK 56.

La zona montana media, 1 000 m de altitud, es hoy eminentemente forestal, con repoblaciones y explotación de pinares de *Pinus pinaster*, asentados sobre el dominio climácico de la asociación *Luzulo-Quercetum pyrenaicae*, bosque natural que ya estaba transformado en dehesa de explotación silvo-pastoral en el momento que se potenció el pinar. El clima es de tipo submediterráneo, con fuertes contrastes de temperatura y una pluviosidad anual de alrededor de 600 mm.

Las áreas muestreadas fueron (1) Control: bosque de *Pinus pinaster*, situado entre 900-1 000 m de altitud, en la parcela forestal denominada Cercado de los Rasillos, término de Piedralaves. (2) Area quemada en 1981: de unas 32 hectáreas, contigua a la control y en la misma parcela forestal y altitud; el incendio correspondió a un fuego rápido de ladera, que afectó a toda la vegetación, dejando sólo los pies de pinos más robustos, que fueron posteriormente retirados para madera, quedando la superficie del suelo cubierta de cenizas, ramas y acículas. (3) Area requemada: bosque quemado en 1946, repoblado con *Pinus pinaster*, sufrió un incendio en 1978, que afectó a 90 hectáreas, y volvió a quemarse en 1980, cuando hubo un gran incendio que quemó 1975 hectáreas; está situada en la parcela de monte n° 56, municipio de La Adrada, entre 900 y 1 000 m de altitud.

Características de las áreas de pinar tras los incendios. — (Selga *et al.*, 1984).

La recuperación, ayudada por siembra, que mostraban los pinares en 1984 era buena. Las plantas helióforas son las que mejor respondieron al incendio, especialmente *Genista florida* en los suelos menos erosionados; *Pteridium aquilinum*, cistáceas y labiadas ocupaban los enclaves más pobres, y aparecían algunos rebrotes de roble en los claros.

Los hongos macromicetos, *Aphyllophorales*, indicaron que la acción del fuego fue más cuantitativa que cualitativa. En los demás grupos de hongos la diferencia entre control y quemados se reflejó en la presencia de especies pirófilas típicas en los segundos y ausentes en el primero.

En el suelo se apreció un aumento de pH en las áreas quemadas. Así, la relación control-quemado-requemado fue 5, 4-5, 8-6, 1. La evolución de la materia orgánica del control y quemado en 1981 era la formación de humus moder forestal oligotrófico, y en el requemado de mor.

En las tres áreas las poblaciones bacteriológicas mostraban tendencia a aumentar de forma paralela con el incremento de la humedad en el suelo. La población bacteriana aerobia presentó su mayor incremento en la control, correspondiendo la más reducida a la del bosque que sufrió dos incendios. En las poblaciones nitrosa y nítrica el aumento fue mayor en las quemadas. Los fijadores de nitrógeno atmosférico (*Azotobacter*) no fueron hallados mas que en el periodo húmedo y en mayor cantidad en el suelo del requemado, mientras que, de los *Clostridium*, fue en el bosque control donde se halló el valor más alto. El aumento de poblaciones desnitrificadoras fue el mismo en el control y quemado, y menor en el requemado, y las mismas directrices mantuvieron las poblaciones que dan lugar a la celulolisis aerobia y anaerobia.

Martinez y Ramirez (1983) indican una buena recolinización de las partículas de suelo por parte de los micromicetos, siendo *Penicillium* y *Trichoderma* los géneros que aparecieron con más frecuencia. Asimismo observan que la diversidad específica de las comunidades fúngicas presentan valores similares en las áreas control y quemadas.

II. – MUESTREO Y MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

En la Serra de l'Obac se muestreó durante el año 1987, y en la de Prades en el año 1989. En cada una de las zonas se realizaron doce extracciones de suelo con una periodicidad aproximada de 30 días.

En las parcelas control se muestrearon los tres horizontes orgánicos L, F y H, y el horizonte A1 hasta una profundidad de 10 cm. En las quemadas se realizaron en los horizontes Ce, H y A1.

Los horizontes orgánicos se extrajeron con una sonda cuadrada de $7 \times 7\,cm^2$, y los minerales con una sonda cilíndrica de 5 cm de diámetro. En las parcelas de la Serra de l'Obac, en cada campaña, se tomaron diez réplicas de cada uno de los horizontes edáficos, mientras que en la Serra de Prades se tomaron cinco.

El muestreo en los pinares de la Sierra de Gredos se efectuó simultáneamente en el control, quemado en 1981 y requemado, en las siguientes fechas: junio y octubre de 1982 (año de gran sequía), marzo y noviembre de 1983 (lluvias en mayo y octubre) y junio de 1984 (año húmedo).

Para tomar cada muestra se practicaba una cata en el suelo, y después, en una superficie de $20 \times 20\,cm^2$, se extraían tres niveles (hojarasca, mantillo y suelo), hasta una profundidad que oscilaba entre 20 y 25 cm. En total se estudiaron 15 perfiles en las zonas control y quemada y 16 en la requemada.

Tanto en encinares como en pinares, el método de extracción de los microartrópodos fue el Berlese-Tullgren.

Tratamiento de los datos.

Para poder realizar un tratamiento de datos común, tanto en encinares como pinares, con periodicidad de muestreo desigual (mensual durante un año en los primeros y en seis fechas arbitrarias en los segundos), los datos del número de colémbolos se han expresado en forma de densidad de ejemplares por $100\,cm^2$, y representan la media de los muestreos realizados en cada una de las zonas investigadas.

Aunque la prospección de los suelos se realizó teniendo en cuenta diferentes horizontes edáficos, en el presente trabajo fusionamos toda la información de la población colembológica en el conjunto del perfil del suelo.

Los resultados específicos y numéricos se expresan mediante tablas, dos para los encinares (tablas I y II) y una para los pinares (tab. III). En ellas se indica, para cada especie, la densidad, abundancia relativa y frecuencia, así como los totales de cada área de densidad, número de especie sencontradas y diversidad total acumulada (índice de Shannon-Weaver $H = -\Sigma\, p_i \times \log_2 p_i$).

III. – RESULTADOS

A) Encinares

En la Serra de l'Obac (tab. I), comparando la parcela control y la quemada se observa una reducción del 89,5% en el número de ejemplares totales y del 30% en el de las especies censadas tras el incendio. La diversidad se mantiene en niveles similares para ambas parcelas.

TAB. I. — **Población colembológica en la Serra de l'Obac.**

Encinar de la Serra de l'Obac	Control			Quemado		
	D	A	F	D	A	F
Xenylla maritima	6.01	2.98	100	0.02	0.08	8
Xenylla schillei	1.13	0.56	67			
Ceratophysella armata	2.40	1.19	100	0.04	0.20	8
Ceratophysella engadinensis	3.49	1.73	100	0.10	0.48	25
Willemia anophthalma	3.99	1.98	75	0.48	2.28	50
Microgastrura duodecimoculata	0.17	0.08	25	0.04	0.20	8
Odontella gisini	0.84	0.42	67			
Odontella lolae	0.07	0.03	17			
Odontella vallvidrerensis	0.08	0.04	25			
Friesea fagei	2.07	1.03	83	0.04	0.20	8
Pseudachorutes parvulus	0.45	0.22	50			
Pseudachorutella sp.	0.25	0.13	67			
Micranurida pygmaea	0.82	0.40	58			
Micranurida sensillata	0.08	0.04	17	0.04	0.20	8
Pseudachorudina bougisi				0.18	0.84	33
Catalanura natjae	0.04	0.02	8			
Deutonura deficiens	1.16	0.57	83			
Bilobella aurantiaca	0.02	0.01	8			
Metaphorura affinis				0.02	0.08	8
Neonaphorura hexaspina	3.10	1.53	83	0.76	3.60	67
Mesaphorura critica	4.34	2.15	100	0.78	3.68	67
Mesaphorura italica	13.22	6.55	100	3.52	16.56	100
Protaphorura nemorata	14.30	7.08	100	2.56	12.08	83
Onychiurus silvarius	2.76	1.37	92	0.73	3.44	50
Cryptopygus delamarei	0.07	0.03	17			
Anurophorus lydiae	0.12	0.06	42			
Pachyotoma sp.				0.14	0.68	25
Folsomia manolachei	54.84	27.17	100	2.44	11.48	83
Isotomurus fucicola	0.82	0.41	67	0.39	1.84	58
Isotomiella minor	12.09	5.99	100	2.11	9.92	83
Isotoma notabilis	48.08	23.82	100	0.76	3.56	33
Entomobrya multifasciata	0.12	0.06	42	4.37	20.60	67
Entomobrya nivalis + bimaculata	3.01	1.49	100	0.03	0.16	17
Lepidocyrtus lanuginosus	15.28	7.57	100	0.02	0.08	8
Lepidocyrtus lignorum	0.20	0.10	50	0.08	0.40	17
Lepidocyrtus lusitanicus				0.48	2.28	50
Lepidocyrtus montseniensis	0.03	0.02	8			
Pseudosinella fallax				0.36	1.68	33
Pseudosinella sp.	0.59	0.29	67	0.13	0.60	25
Heteromurus major	1.05	0.52	83	0.02	0.08	8
Orchesella quinquefasciata	0.54	0.27	92			
Cyphoderus albinus	0.25	0.12	25	0.27	1.28	17
Oncopodura sp.				0.06	0.28	17
Megalothorax minimus	0.30	0.15	50	0.19	0.88	42
Sphaeridia pumilis	1.96	0.97	67			
Sminthurides sp.	0.15	0.08	33			
Arrhopalites caecus	0.13	0.06	25	0.04	0.20	8
Arrhopalites elegans	0.11	0.05	25			
Sminthurinus reticulatus	1.07	0.53	67	0.02	0.08	8
Dicyrtomina ornata	0.03	0.02	17			
Bourletiella sp.	0.14	0.07	33			
Lipothrix lubbocki	0.09	0.04	33			
Densidad global		201.86			21.23	
Número de especies		46			32	
Indice de diversidad		3.47			3.63	

D = Densidad expresada en individuos por 100 cm^2; A = Abundancia relativa; F = Frecuencia.

La densidad disminuye prácticamente en todas las especies, y algunas no se presentan en la parcela quemada. Inversamente, otras sólo se extrajeron de esta última, entre las que cabe destacar a *Lepidocyrtus lusitanicus*.

De las especies que se encuentran en ambas parcelas, la abundancia relativa aumenta en los oniquiúridos y en algunas atmobias como *Isotomurus fucicola*, *Entomobrya multifasciata* y *Lepidocyrtus lignorum*.

La frecuencia de la mayoría de especies disminuye en la parcela quemada, y sólo *Mesaphorura italica* mantiene el 100% en ambas.

De las especies que presentan una mayor abundancia y frecuencia en el área control, cuatro se mantienen en la quemada: *Mesaphorura italica*, *Protaphorura nemorata*, *Folsomia manolachei* e *Isotomiella minor*. La única especie que aumenta tanto su frecuencia como su densidad y abundancia relativa es *Entomobrya multifasciata*.

En la Serra de Prades (tab. II) el número de ejemplares, tras el fuego, sufre una reducción del 86,7% y el de las especies del 17,14%. La diversidad total acumulada es ligeramente superior en la parcela quemada.

En esta última, la densidad disminuye para casi todas las especies excepto en *Ceratophysella tergilobata*, *Metaphorura affinis* y *Onychiurus minutus*. Las dos últimas son las únicas que aumentan también su frecuencia.

Además de las indicadas, la abundancia es mayor en el resto de oniquiúridos (salvo *Mesaphorura macrochaeta*), *Friesea subterranea bioculata*, *Folsomia fimetaria* y *Pseudosinella alba*.

Siete especies se hallaron en la parcela quemada y no en la control, aunque todas ellas con una frecuencia muy baja y de las que cabe destacar, por su abundancia relativa, a *Entomobrya quinquelineata*.

De las especies mejor representadas en el área control, cuatro se mantienen como tales en la quemada, las *Mesaphorura* y *Folsomia sexoculata*. Las primeras disminunyen notablemente su frecuencia, mientras que en la última se mantiene constante.

El encinar de la Serra de Prades, como ya hemos indicado, es de rebrote y su comunidad colembológica presenta características que señalan que la zona, hasta hace 40 años, presentaba escaso recubrimiento arbóreo. Esto se manifiesta por la poca densidad y número de especies que se han recolectado en la parcela control, la baja frecuencia y abundancia de especies forestales como *Isotomiella minor* e *Isotoma notabilis*, y el relieve que adquiere *Xenylla schillei*, de tendencia xerófila y heliófila.

Comparando los dos encinares control, y con la información de que se dispone sobre las comunidades de colémbolos de bosques de la Cadena Costero-Catalana (MATEOS, 1988 y SELGA, 1964), podemos destacar como especies de base en suelos de encinar de este sistema montañoso a *Mesaphorura* grupo *krausbaueri*, *Protaphorura nemorata* (aunque esta última no se presenta en las prospecciones realizadas en 1989 en la Serra de Prades, pero si se encontró en muestras estudiadas con anterioridad), *Folsomia manolachei-quadrioculata*, *F. sexoculata*, *Isotomiella minor*, *Isotoma notabilis* y *Lepidocyrtus lanuginosus*. Las especies *F. manolachei* y *F. sexoculata* se presentan como fundamentales en l'Obac y en Prades respectivamente y no aparecen juntas en ningún caso, lo que indica una vicariancia ecológica entre ambas.

TAB. II. — **Población colembológica en la Serra de Prades.**

Encinar de la Serra de l'Obac	Control			Quemado		
	D	A	F	D	A	F
Xenylla brevisimilis mediterranea	1.29	0.93	42	0.08	0.46	8
Xenylla schillei	16.56	11.88	83	0.08	0.46	8
Ceratophysella engadinensis				0.29	1.56	8
Ceratophysella tergilobata	0.75	0.54	58	1.19	6.42	33
Willemia scandinavica				0.08	0.46	8
Micrograstrura duodecimoculata	0.08	0.06	8			
Odontella gisini	1.87	1.34	67	0.03	0.18	8
Odontella lolae	0.22	0.16	33	0.03	0.18	8
Odontella vallvidrerensis	0.10	0.07	25			
Brachystomella parvula	1.17	0.84	25	0.17	0.92	8
Friesea sp.				0.03	0.18	8
Friesea subterranea bioculata	0.39	0.28	33	0.25	1.37	25
Pseudachorutes parvulus	0.73	0.52	58			
Pseudachorutella sp.	0.17	0.12	25			
Rusekella similis	2.21	1.59	75	0.08	0.46	8
Catalanura natjae	0.08	0.06	8			
Bilobella aurantiaca	0.27	0.20	42			
Paratullbergia callipygos				0.08	0.46	8
Metaphorura affinis	0.17	0.12	17	2.90	15.67	42
Neonaphorura duboscqui				0.08	0.46	8
Mesaphorura critica	8.54	6.13	75	2.33	12.56	50
Mesaphorura italica	5.89	4.23	83	3.82	20.62	67
Mesaphorura macrochaeta	26.09	18.72	100	1.46	7.88	58
Protaphorura prolata	0.41	0.29	25			
Protaphorura subhumata	0.03	0.02	8			
Onychiurus minutus	0.24	0.17	25	1.26	6.78	58
Onychiurus silvarius				0.08	0.46	8
Folsomia fimetaria	8.36	6.00	75	1.51	8.16	17
Folsomia sexoculata	39.63	28.43	83	0.95	5.13	83
Isotomiella minor	0.48	0.34	33			
Isotoma notabilis	2.70	1.94	67	0.12	0.64	17
Entomobrya nivalis + strigata	9.47	6.80	100	0.25	1.37	25
Entomobrya quinquelineata				0.42	2.29	17
Lepidocyrtus lanuginosus	7.48	5.37	83	0.20	1.10	17
Lepidocyrtus lusitanicus	0.08	0.06	8	0.07	0.37	17
Lepidocyrtus violaceus	0.03	0.02	8			
Pseudosinella alba	0.54	0.39	33	0.34	1.83	25
Pseudosinella illiciens	0.08	0.06	8			
Heteromurus major	0.20	0.15	25	0.03	0.18	8
Orchesella quinquefasciata	0.07	0.05	8			
Sphaeridia pumilis	2.89	2.07	33	0.25	1.37	17
Sminthurinus gr. *aureus*	0.07	0.05	8			
Densidad global		139.40			18.53	
Número de especies		35			29	
Indice de diversidad		3.35			3.67	

Códigos como en la Tabla I.

Al reunir la comunidad colembológica de todo el perfil edáfico, se pierde información respecto a la importancia de algunas especies que pueblan casi exclusivamente los horizontes más superficiales. Esto ocurre con *Xenylla schillei*, las distintas especies de *Entomobrya*, *Heteromurus major*, *Orchesella quinquefasciata* y *Sphaeridia pumilis*, que en aquellos hábitats alcanzan abundancias y frecuencias elevadas y que pueden considerarse igualmente como especies de base en los encinares considerados.

Como efectos destacables producidos por el incendio, comunes a las dos areas de encinar, son de señalar:

(1) Mantenimiento de algunas de las especies básicas entre las que destacan las *Mesaphorura* y *Folsomia manolachei* o *sexoculata*, y disminución de la densidad, abundancia y frecuencia de otras, como ocurre con *Lepidocyrtus lanuginosus* y *Entomobrya nivalis-strigata*.

(2) Especies que en el área control se presentan de forma esporádica y poco abundante, en la quemada muestran ambos parámetros muy elevados. Tal es el caso de *Entomobrya multifasciata* en la Serra de l'Obac, y de *Onychiurus minutus* y *Metaphorura affinis* en Prades. La primera es básicamente una especie colonizadora de borde, que se localiza fundamentalmente en áreas abiertas adyacentes a las parcelas investigadas. Las otras dos pueden considerarse como colonizadoras por variación de habitáculo.

(3) Colonización del área quemada por parte de especies no presentes en la control, y características la mayoría de éllas de zonas abiertas.

B) Pinares (tab. III)

Al comparar la población colembológica del área control con la quemada en 1981, se pone de manifiesto una reducción del 92% en el número de ejemplares totales y del 50% en al número de especies. Respecto al requemado la disminución es del 79,6% en los ejemplares y del 26,1% en el de las especies. La diversidad total acumulada es similar en las tres áreas, algo menor en la quemada y ligeramente superior en el requemado.

En general, la densidad, abundancia relativa y frecuencia de las especies comunes a las tres áreas disminuye en las quemadas, excepto para *Cryptopygus thermophilus* y *Proisotoma minuta*. La primera destaca por su elevada frecuencia en el área quemada, pero con mayor densidad y abundancia en el requemado; la segunda, xerófila y heliófila, presenta valores más elevados, de los tres parámetros, en el área quemada más reciente.

La visualización conjunta de las comunidades de colémbolos de las tres áreas permite destacar los siguientes resultados:

(1) La comunidad de la parcela quemada en 1981 es similar a la del bosque control, pero más reducida. Los neanúridos son el grupo más afectado por el incendio.

(2) La estructura de la comunidad del área requemada indica una modificación mayor. Por una parte hay un indicio de recuperación de neanúridos, y diversificación de especies atmobias. Por otra, la instalación de *Brachystomella parvula* y *Bourletiella pistillum* acusan la permanencia de espacio deforestado.

TAB. III. — **Población colembológica en la Sierra de Gredos.**

Pinares	Control			Quemado			Requemado		
	D	A	F	D	A	F	D	A	F
Xenylla franzi	0.45	0.28	20						
Xenylla schillei	1.37	0.86	27	0.07	0.52	20			
Hypogastrura tullbergi	0.03	0.02	13						
Ceratophysella armata	0.03	0.02	7				2.50	7.70	31
Ceratophysella engadinensis	3.07	1.93	53	0.63	4.97	40	1.14	3.51	63
Ceratophysella tergilobata	0.02	0.01	7						
Microgastrura duodecimoculata	0.57	0.04	40	0.02	0.13	7	0.14	0.43	19
Odontella lolae	0.12	0.07	20	0.02	0.13	7	0.03	0.10	6
Brachystomella parvula							3.47	10.69	50
Friesea mirabilis							0.05	0.14	6
Friesea steineri	0.32	0.20	13						
Pseudachorutes palmiensis	0.38	0.24	53				0.02	0.05	6
Pseudachorutes parvulus	0.40	0.25	40						
Pseudachorutes subcrasus	5.05	3.17	67				0.03	0.10	13
Pseudachorutella asigillata	0.83	0.52	33				0.06	0.19	13
Micranurida pigmaea	2.32	1.46	60						
Cassagnaudina perisi	0.02	0.01	7						
Pseudachorudina bougisi							0.11	0.34	19
Endonura gladiolifer	0.20	0.13	13						
Bilobella aurantiaca	1.65	1.04	60	0.07	0.52	13	0.22	0.67	31
Paratullbergia callipygos	0.12	0.07	13	0.02	0.13	7			
Mesaphorura krausbaueri s. l.	33.63	21.14	100	1.88	14.79	73	8.02	24.70	94
Protaphorura subparallata	1.70	1.07	27	0.87	6.81	27	0.16	0.48	19
Tetracanthella serrana							0.33	1.01	31
Cryptopygus bipunctatus	0.03	0.02	7						
Cryptopygus scapelliferus	0.90	0.57	53	0.43	3.40	40	0.44	1.35	63
Cryptopygus thermophilus	0.30	0.19	33	1.35	10.60	93	4.92	15.17	56
Isotomodes gredensis	0.12	0.07	20	0.22	1.70	20	0.17	0.53	19
Pseudanurophorus binoculatus	0.02	0.01	7						
Eolsomia fimetaria				0.02	0.13	7	0.02	0.05	6
Folsomia sexoculata							0.28	0.87	25
Proisotoma minuta	0.03	0.02	13	2.80	21.99	33	1.27	3.90	31
Isotomurus fusicola	3.03	1.90	53	0.12	0.92	27	1.11	3.42	50
Pseudisotoma monochaeta	12.50	7.86	60						
Isotomiella minor	4.00	2.51	60						
Isotoma notabilis	17.90	11.25	80	0.02	0.13	7	0.03	0.10	13
Isotoma viridis	0.03	0.02	7						
Vertagopus cinereus	0.02	0.1	7						
Vertagopus westerlundi	0.03	0.02	7	0.10	0.79	7			
Entomobrya multifasciata	45.47	25.58	100	3.18	25.00	67	3.33	10.25	100
Seira ferrarii	0.02	0.01	7						
Lepidocyrtus curvicollis	3.35	2.11	13						
Lepidocyrtus cyaneus				0.03	0.26	7			
Lepidocyrtus lanuginosus							0.16	0.48	25
Lepidocyrtus lusitanicus	0.40	0.25	40	0.02	0.13	7	0.14	0.43	13
Pseudosinella arretzi	8.37	5.26	87	0.07	0.52	20	0.94	2.89	63
Heteromurus major	8.20	5.16	87	0.63	4.97	53	0.55	1.68	31
Orchesella quinquefasciata	0.03	0.02	7	0.02	0.13	7	0.05	0.14	6
Cyphoderus marocanus							0.05	0.14	6
Megalothorax minimus	1.67	1.50	40						
Sphaeridia pumilis	0.05	0.03	20				1.58	4.86	19
Stenacidia violacea							0.09	0.29	6
Arrhopalites elegans	0.17	0.10	20						
Sminthurinus aureus	0.02	001	7	0.17	1.31	20			
Sminthurinus niger							0.08	0.24	13
Bourletiella pistillum							0.92	2.84	63
Bourletiella radula	0.12	0.07	13						
Deuterosminthurus flavus							0.08	0.24	6
Caprainea echinata	0.03	0.02	7						
Densidad global		159.07			12.73			32.45	
Número de especies		46			23			34	
Indice de diversidad		3.38			3.12			3.63	

Códigos como en la Tabla I.

(3) Se pueden considerar como especies básicas poco afectadas por los incendios las *Mesaphorura krausbaueri* s. l., y como especie de rápida colonizatión a *Entomobrya multifasciata.*

(4) Dos especies euedáficas, endémicas del Sistema Central, *Isotomodes gredensis* y *Pseudosinella arretzi*, caracterizan la comunidad de colémbolos de la zona. Frente a la agresión del incendio, la primera no parece muy afectada, pero si la última, aunque muestra buena recuperación con el tiempo, como señala el área requemada.

IV. – DISCUSION

Tanto en encinares como en pinares, se pone de manifiesto que la quema del bosque disminuye la densidad global y número de especies, y que en la mayoría decrece la frecuencia.

Esto se debe a la modificación del hábitat (desaparición de la cubierta vegetal y horizontes superficiales de suelo), eliminación de materia orgánica por combustión, y acción más directa de los agentes atmosféricos (acción mecánica de la lluvia y viento e insolación más intensa con la consiguiente pérdida de retención hídrica), lo que provoca que las poblaciones de cada especie no alcancen su potencial biológico e incluso no resistan las condiciones drásticas, impuestas sobre todo, en periodos más extremos como el estío.

Algunas especies, sin embargo, aumentan su densidad tras el incendio; son las que podemos considerar de alguna forma beneficiadas por éste, y que se desarrollan mejor en el nuevo ambiente abierto que en el bosque. En otras se produce un aumento de abundancia relativa que tiene lugar, en el caso de los encinares, en especies euedáficas, que son las menos afectadas en los incendios de superficie, y ciertas atmobias con capacidad para habitar zonas abiertas.

En los encinares y pinares quemados se han encontrado especies, no detectadas en los controles, cuya presencia puede interpretarse como debida al azar del muestreo o como una colonización procedente de medios adyacentes. Esta última acción es a veces muy importante en la recuperación de la densidad de población.

La diversidad en las áreas quemadas aumenta ligeramente, a excepción del pinar quemado en 1981. Los valores obtenidos indican que, para el periodo de tiempo estudiado tras el incendio, ninguna especie de colémbolo se desarrolla de forma masiva, como ocurre en cierta comunidad de ácaros uropódidos (Athias-Binche, 1986); todo lo contrario, las especies más abundantes mantienen un rango de dominancia similar en ambas parcelas, lo cual, unido a la aparición en las áreas quemadas de especies muy poco frecuentes, produce este ligero aumento de diversidad.

Los datos concernientes a colémbolos, así como los relativos a vegetación, hongos y bacterias, muestran que las zonas quemadas, en cuanto se dan las condiciones climáticas adecuadas, especialmente lluvias, se recuperan con relativa rapidez. Esta recuperación no se dirige forzosamente hacia las condiciones previas al incendio, sino que pasa por un tipo de comunidad característica de espacios

abiertos, donde adquieren importancia especies de caracter xerófilo y/o heliófilo.

Todo parece indicar también que el tipo de incendio que ha tenido lugar en las zonas estudiadas (fuego rápido de ladera) ha producido un efecto mayoritariamente cuantitativo, siendo el efecto cualitativo más notorio la desaparición de especies incapaces de habitar en un medio deforestado, y la aparición (colonización) de especies que se desarrollan mejor en este ambiente.

RÉSUMÉ

Effets des incendies de forêt sur les populations de collemboles édaphiques en zone méditerranéenne

La comparaison des peuplements de Collemboles édaphiques de deux chênaies et une pinède brûlées avec leurs témoins a permis de montrer l'influence des actions de déforestation et de brûlis du sol sur son équilibre biocénotique. On relève d'abord que l'abondance numérique et spécifique décroît. Il a été aussi possible de discerner des types de comportement d'espèces.

L'ensemble montre que le feu rapide de pente a produit principalement un effet quantitatif.

BIBLIOGRAFIA

AHIAS-BINCHE (F.), 1986. — Modalités de la cicatrisation des écosystèmes méditerranéens après incendie : Cas de certains Arthropodes du sol. 3. Les Acariens Uropodides. *Vie et Milieu*, **37** (1) : 39-52.

ARIAS (J. J.), SERRASOLSAS (I.), VALLEJO (V. R.), ALCAÑIZ (J. M.), JOSÉ (R.) & SOLE (A.), 1990. — Efecto de la tala y del incendio forestal sobre el suelo de la Serra de Prades (Tarragona). Informe (no publicado) englobado dentro del proyecto LUDECME.

BONNET (L.), CASSAGNAU (P.) & DEHARVENG (L.), 1976. — Un exemple de rupture de l'équilibre biocénotique par déboisement. Les peuplements de Collemboles édaphiques du Pian d'Engaly (Hautes-Pyrénées). *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **13** (2) : 337-351.

BONNET (L.), CASSAGNAU (P.) & DEHARVENG (L.), 1977. — Influence du déboisement et du reboisement sur les biocénoses de Collemboles dans quelques sols pyrénéens. *Bull. Ecol.*, **8** (3) : 321-332.

BONNET (L.), CASSAGNAU (P.) & DEHARVENG (L.), 1979. — Recherche d'une méthodologie dans l'analyse de la rupture des équilibres biocénotiques; applications aux Collemboles édaphiques des Pyrénées. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, **16** (3) : 373-401.

C.P.C.S., 1967. — *Classification des sols*. ENSA Docmulting. Grignon.

GERS (C.) & IZARRA (D. C.), 1983. — Rupture de l'équilibre biocénotique des populations de Collemboles à la station de ski de Calmazeille-Formiguères (Pyrénées-Orientales). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **119** : 63-69.

MARTINEZ (A. T.) & RAMIREZ (C.), 1983. — The effects of wildfire on soil microfungi in a spanish coniferous forest. *Abstract Third Int. Mycologycal Congress. Tokyo.*

MATEOS (E.), 1988. — Ecología de los colémbolos (Collembola, Insecta) edáficos del encinar montano del Montseny (España). *Misc. Zool.*, **12**: 97-107.

SELGA (D.), 1964. — *Estudio de los colémbolos de la España peninsular*. Tesis Doctoral (no publicada). Universidad de Barcelona.

SELGA (D.), VELASCO (F.), MONSERRAT (P.), RAMIREZ (C.) & DIEGO (DE F.), 1984. — Fauna y flora edáficas, su importancia en la regeneración de áreas de bosques quemados. Informe (no publicado) presentado al CSIC, Madrid.